

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 08029632 A

(43) Date of publication of application: 02.02.96

(51) Int. Cl

**G02B 6/122**

(21) Application number: 06162493

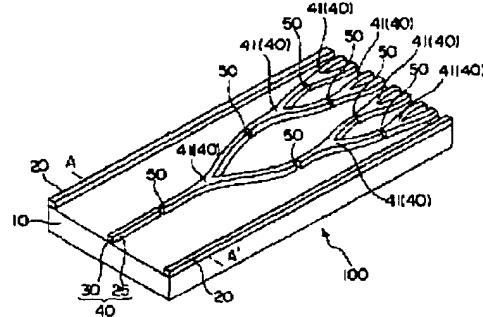
(71) Applicant: SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22) Date of filing: 14.07.94

(72) Inventor: HATTORI TETSUYA  
HIROSE TOMOKANE  
KANAMORI HIROO**(54) OPTICAL WAVEGUIDE****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide an optical waveguide which is decreased in internal stresses of a core part.

**CONSTITUTION:** Clad layers 20 on both sides of the core part 30 are partly removed along the core parts 30 and grooves 50 parting the core part and the clad parts are formed in a clad part 25 among clad parts which cover the core part 30 and the core part. Since the core part 30 and the clad part 25 are separated from the clad layers 20 on the circumference, the internal stresses in a direction intersecting with an optical axis direction among the internal stresses of the core part 30 and the clad part 25 are decreased. Part of the core part 30 and part of the clad part 25 covering this part are separated from other parts by the grooves 50 parting the core part 30 and the clad part 25 and, therefore, the internal stresses in a direction along the optical axis direction among the internal stresses of the separated parts are decreased.



COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

G 02 B 6/122

G 02 B 6/12

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-162493

(22)出願日 平成6年(1994)7月14日

(71)出願人 000002130  
 住友電気工業株式会社  
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 服部 哲也  
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
 気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 広瀬 智財  
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
 気工業株式会社横浜製作所内

(72)発明者 金森 弘雄  
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電  
 気工業株式会社横浜製作所内

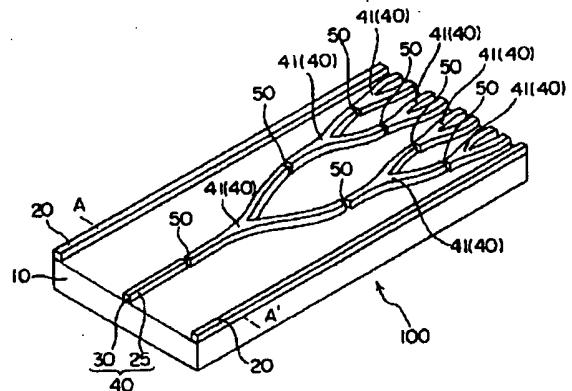
(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54)【発明の名称】光導波路

## (57)【要約】

【目的】コア部の内部応力が低減された光導波路を提供する。

【構成】コア部(30)の両側においてクラッド層(20)の一部がコア部(30)に沿って除去されており、クラッド層(20)のうちコア部(30)を被覆するクラッド部(25)およびコア部には、このコア部およびクラッド部を分断する溝(50)が形成されている。コア部およびクラッド部が周囲のクラッド層から分離されているので、コア部およびクラッド部の内部応力のうち光軸方向に交差する方向のものが低減されている。コア部およびクラッド部を分断する溝により、コア部の一部およびこれを被覆するクラッド部の一部が他の部分から分離されているので、この分離された部分の内部応力のうち光軸方向に沿った方向のものも低減されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板の上面に積層されたクラッド層と、このクラッド層に埋設された、このクラッド層よりも高屈折率のコア部とを備える光導波路において、

前記コア部の両側において前記クラッド層の一部が前記コア部に沿って除去されており、

前記クラッド層のうち前記コア部を被覆するクラッド部および前記コア部には、このコア部および前記クラッド部を分断する溝が形成されていることを特徴とする光導波路。

【請求項2】前記コア部および前記クラッド部を分断する溝により他の部分から分離された前記コア部の一部およびこれを被覆する前記クラッド部の一部は、光機能部分を含むことを特徴とする請求項1記載の光導波路。

【請求項3】前記コア部および前記クラッド部を分断する溝を挟んで対向する前記コア部の二つの部分の間に屈折率整合剤が介在していることを特徴とする請求項1記載の光導波路。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、通信情報処理分野において用いられる光導波路の構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の光導波路としては、シリコン基板上に石英ガラスからなる下部クラッド層を積層し、この上に高屈折率の石英ガラス層を積層してから反応性イオンエッティングでパターニング加工を施してコア部を形成し、次いで、この上に石英ガラスからなる上部クラッド層を積層したものが知られている。

【0003】コア部やクラッド層を形成するには、火炎堆積法を用いてガラス微粒子をシリコン基板上に吹き付け、ガラス微粒子層を堆積させてから、これを焼結し、その後、除冷して、透明ガラス化することにより形成する。

【0004】しかし、シリコン基板とこの上に形成されたガラス導波層とでは熱膨張率が異なるため、焼結後の除冷の際に、導波層の内部に応力が発生する。特に、コア部は、基板表面と接するクラッド層に埋め込まれているため、上部クラッド層および下部クラッド層から膜応力を受けており、これによりコア部に内部応力が発生していた。この結果、従来の光導波路では、光弾性効果によりコア部の屈折率に大きな異方性が生じており、その結果、偏光特性(PDL)が大きいという問題点が生じていた。

【0005】この問題点を解決するために作製された光導波路が特開昭63-43105に開示されている。これは、クラッド層の一部をコア部に沿って除去することにより、クラッド層の一部にコア部に沿って応力解放用の溝が形成されたものである。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、コア部に沿ってクラッド層の一部を除去するだけでは、光軸と交差する方向の内部応力は低減されるものの、光軸に沿った方向の内部応力は低減されないため、全体としてコア部の内部応力は十分に低減されていない。

【0007】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、コア部の内部応力が十分に低減された偏光特性の小さい光導波路を提供することを目的とする。

## 10 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決するために、本発明の光導波路は、基板の上面に積層されたクラッド層と、このクラッド層に埋設された、このクラッド層よりも高屈折率のコア部とを備える光導波路であって、コア部の両側においてクラッド層の一部がコア部に沿って除去されており、クラッド層のうちコア部を被覆するクラッド部およびコア部には、このコア部およびクラッド部を分断する溝が形成されていることを特徴としている。

20 【0009】ここで、コア部およびクラッド部を分断する溝により他の部分から分離されたコア部の一部およびこれを被覆するクラッド部の一部は、光機能部分を含んでいると良い。

【0010】また、コア部およびクラッド部を分断する溝を挟んで対向するコア部の二つの部分の間に屈折率整合剤が介在していると良い。

## 【0011】

【作用】本発明の光導波路では、クラッド層のうち、コア部を被覆するクラッド部の両側の部分が除去されているので、コア部およびクラッド部が周囲のクラッド層から分離され、コア部およびクラッド部の内部応力のうち光軸に交差する方向のものが低減される。また、コア部およびクラッド部を分断する溝により、コア部の一部およびこれを被覆するクラッド部の一部が他の部分から分離されているので、この分離された部分の内部応力のうち光軸に沿った方向のものが低減される。

30 【0012】ここで、他の部分から分離されたコア部およびクラッド部が、光導波路のうち光分岐や光結合等を行なう光機能部分を含んでいると、内部応力が光機能に及ぼす影響が低減される。

【0013】また、コア部およびクラッド部を分断する溝を挟んで対向する二つの部分の間に屈折率整合剤が介在していると、双方の間の隙間からの光放射が抑えられ、導波光の放射損失が低減される。

## 【0014】

【実施例】以下、添付図面を参照しながら本発明の実施例を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

【0015】図1は、本実施例の光導波路100を示す

50 全体斜視図である。本実施例の光導波路100は、厚さ

1 mmのシリコン基板10の上面にクラッド層20が積層され、このクラッド層20にコア部30が埋設される通常の埋込み型光導波路において、コア部30に沿ってクラッド層20の一部が除去されているとともに、コア部30およびこれを被覆するクラッド部25を分断する溝(分断溝)50が形成されたものである。

【0016】コア部30は、Y分岐部により1本から順次に分岐した1×8分岐型のもので、 $8 \times 8 \mu\text{m}$ の断面を有している。クラッド層20のうちクラッド部25の両側に位置する部分は除去されている。なお、クラッド部25とは、クラッド層20の一部であってコア部30を被覆し、他のクラッド層20から分離された部分をいう。

【0017】クラッド層20およびコア部30はともに石英ガラスからなる。クラッド層20には $\text{B}_2\text{O}_3$ および $\text{P}_2\text{O}_5$ がドープされ、コア部30には、クラッド層20より屈折率を高めるべく、さらに $\text{GeO}_2$ がドープされている。

【0018】以下では、説明の便宜のため、コア部30とこれを被覆するクラッド部25からなる構造を導波路部40と呼ぶことにする。分断溝50はY分岐部の前後に位置しており、これによりY分岐部を含む導波路部41は他の導波路部から分離される。図1のように、本実施例では、7個あるY分岐部全てについてその前後に分断溝50が形成されており、それぞれを含む導波路部41は互いに他の導波路部41から分離されている。

【0019】以下、この光導波路100の作製方法を説明する。図2および図3は、この作製方法を説明する工程図である。まず、図2のように、光導波路100の作製の土台となる通常の埋込み型光導波路110を用意する。これは、厚さ1 mmのシリコン基板10の上面に層厚約 $70 \mu\text{m}$ の導波層60が形成されたものである。ここで、導波層60は、シリコン基板10上に積層された石英ガラスからなるクラッド層20と、このクラッド層20に埋設され、クラッド層20よりも高屈折率の $1 \times 8$ 分岐型のコア部30(断面寸法は $8 \times 8 \mu\text{m}$ )とから構成されている。クラッド層20は、基板10の上面に積層された下部クラッド層21とこの上に積層された上部クラッド層22とから構成されている。

【0020】この光導波路110は、シリコン基板10上に層厚 $30 \mu\text{m}$ の下部クラッド層21となるべき石英ガラス層を積層し、次いでこれより高屈折率の石英ガラス層を積層してから反応性イオンエッティングでパテーニング加工を施してコア部30を形成し、さらに層厚 $30 \mu\text{m}$ の上部クラッド層22となる石英ガラス層を積層することにより作製することができる。各ガラス層は、火炎堆積法を用いてガラス微粒子層を堆積させた後、この微粒子層を焼結炉で加熱してから除冷して透明ガラス化することにより形成することができる。

【0021】次に、後に行うエッティングによりクラッド

層20の一部を除去するとともにコア部30をクラッド部25とともに分断する溝50を形成すべく、図3のように、クラッド層20の上面に感光性レジスト膜を塗付してフォトリソグラフィによりレジストパターン70を形成する。このレジストパターン70には、コア部30およびクラッド部25の両側のクラッド層20を除去するための開口75が設けられている。コア部30の上方に位置するパターン70は、コア部30の近傍のクラッド層20をエッチングから保護してクラッド部25を形成するため、コア部30の幅( $8 \mu\text{m}$ )よりも幅広の帯状パターン71となっている。この帯状パターン71の幅は約 $50 \mu\text{m}$ である。また、帯状パターン71の中には、このパターンを分断する小さな開口76が形成されている。これは、導波路部40に分断溝50を形成するためのものである。

【0022】次いで、レジストパターン70をマスクとして反応性イオンエッティング(RIE)により、開口75および76の下のクラッド層20およびコア部30を除去してシリコン基板10の表面を露出させる。エッチングガスは $\text{C}_2\text{F}_6$ 、その流量は $50 \text{ sccm}$ 、雰囲気圧は $5 \text{ Pa}$ とする。このRIEは異方性エッティングであるので、クラッド層20およびコア部30の除去はシリコン基板10の表面にほぼ垂直に進行する。

【0023】これにより、図1のように、コア部30の両側においてクラッド層20の一部がコア部30に沿って除去され、コア部30およびこれを被覆するクラッド部25からなる導波路部40が形成される。これと同時に、開口76の下方のクラッド部25およびコア部30が除去されて、この導波路部40を分断する溝50が形成される。これにより、Y分岐部を含む導波路部41が他の導波路部から分離される。こうして、本実施例の光導波路100が完成する。

【0024】なお、上記の作製方法では、導波路部40を分断する溝50をRIEで形成しているが、この代わりに、ダイシングによる研削加工により形成することもできる。

【0025】図4は、図1のA-A'線に沿った断面図である。この図のように、導波路部40はその両側のクラッド層20から分離されており、これにより、コア部30の内部応力が解放される。

【0026】図5および図6は、これを説明するための模式図である。図5のように、クラッド層20の一部がコア部30に沿って除去されていない場合は、コア部30を取り囲む上部クラッド層22および下部クラッド層21からコア部30に光軸と交差する方向に沿った膜応力が付与されており、コア部30に内部応力が発生している。これにより、光導波路は湾曲する。これらの応力は、コア部30やクラッド層20を透明ガラス化する際の除冷時に、シリコン基板10を構成するシリコンとコア部30やクラッド層20を構成する石英ガラスとの熱

膨張率の差に起因して生じる。

【0027】一方、図6のように、コア部30に沿ってクラッド層20の一部を除去することにより、両側のクラッド層20から分離された導波路部40が形成されると、両側のクラッド層20から膜応力を付与されずにするので、コア部30の内部応力のうち光軸と交差する方向のものが低減される。また、基板10の湾曲量も低減される。

【0028】次に、図7は、図1のA-A'線に直交する方向に沿った光導波路100の断面図であり、特に導波路部40の断面構造を示すものである。この図のように、光導波路100ではコア部30を分断する溝50が形成されて、導波路部40の一部が他の部分から分離されており、これによってもコア部30の応力が低減される。

【0029】図8および図9は、これを説明するための模式図である。図8のように、導波路部40を分断する溝50が形成されていない場合は、上部クラッド層22および下部クラッド層21からコア部30に光軸に沿った方向の膜応力が付与されており、コア部30に内部応力が発生している。

【0030】一方、図9のように、導波路部40の一部に溝50が形成されて導波路部40の一部が他の部分から分離されていると、両側の導波路部40から膜応力をうけないでいるので、これによってコア部30の内部応力のうち光軸方向に沿ったものが低減され、基板10の湾曲量も低減される。

【0031】このように、本実施例の光導波路100では、コア部30の内部応力のうち、光軸と交差する方向のものだけでなく、光軸に沿った方向のものも低減されているので、コア部30の内部応力は著しく低減されている。これにより光弾性効果による屈折率の異方性が低減する結果、光導波路100の偏光特性(PDL)は極めて小さくなるので、光導波路100は光ファイバ通信線路において好適な使用が可能である。

【0032】さらに、本実施例では、光機能部分であるY分岐部を含む導波路部41が互いに他の導波路部41から分離されており、内部応力が光機能に及ぼす影響が著しく低減されている。

【0033】なお、本発明は上記実施例に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、上記実施例の光導波路100の分断溝50に屈折率整合剤を流入して、これを分断溝50を挟んで対向するコア部30の二

つの部分の間に介在させると、双方の間の隙間から光が放射するのを抑えて、導波光の放射損失を低減することができる。

#### 【0034】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明の光導波路では、コア部およびクラッド部が周囲のクラッド層から分離され、さらにこのコア部の一部およびこれを被覆するクラッド部の一部が他の部分から分離されていて、この分離されたコア部およびクラッド部の内部応力は著しく低減される。これにより、偏光特性の極めて小さい光導波路を実現することができる。

【0035】他の部分から分離されたコア部およびクラッド部が、光導波路のうち光機能部分を含んでいると、内部応力が光機能に及ぼす影響が低減されるので、本発明の光導波路は優れた光機能素子となる。

【0036】コア部およびクラッド部を分断する溝を挟んで対向する二つの部分の間に屈折率整合剤が介在していると、導波光の放射損失が低減されるので、本発明の光導波路はさらに好適なものとなる。

【0037】このように、本発明の光導波路は優れた性能を有するので、これを通信用の光ファイバと接続して使用すれば光ファイバ通信線路の信頼性を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の光導波路を示す全体斜視図である。

【図2】実施例の光導波路の作製方法を示す第1の工程図である。

【図3】実施例の光導波路の作製方法を示す第2の工程図である。

【図4】実施例の光導波路を示す第1の断面図である。

【図5】光導波路の光軸に交差する方向に沿った応力を示す模式図である。

【図6】光導波路部の応力の低減を示す図である。

【図7】実施例の光導波路を示す第2の断面図である。

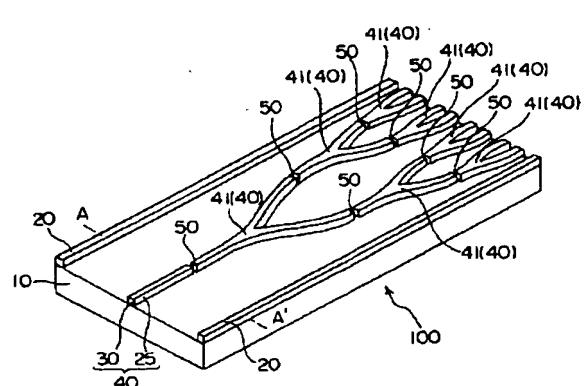
【図8】光導波路の光軸に沿った方向の内部応力を示す模式図である。

【図9】光導波路部の応力の低減を示す図である。

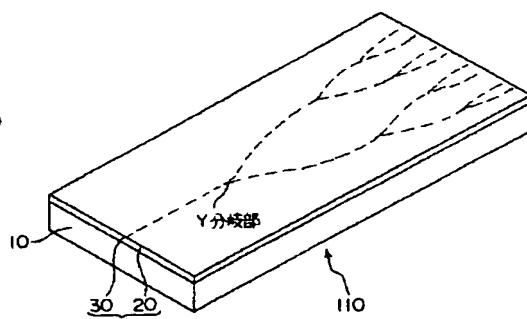
#### 【符号の説明】

10…シリコン基板、20…クラッド層、21…下部クラッド層、22…上部クラッド層、30…コア部、40…導波路部、41…Y分岐部を含む導波路部、50…溝、60…導波層、70…レジストパターン、75および76…開口、100…実施例の光導波路。

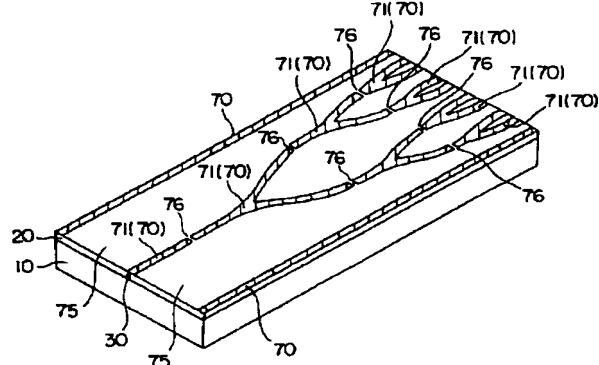
【図1】



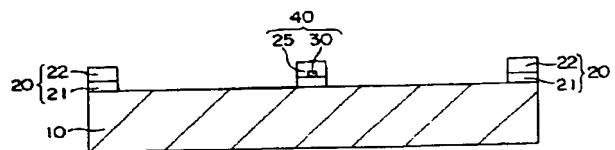
【図2】



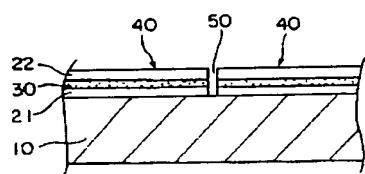
【図3】



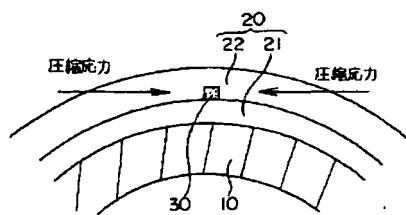
【図4】



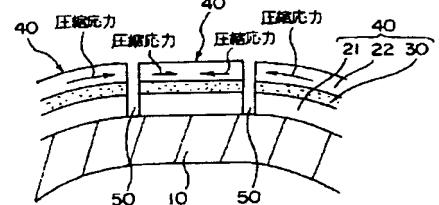
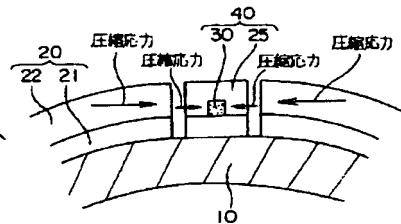
【図7】



【図5】



【図6】



【図8】

